

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-197217  
 (43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/02  
 H01M 8/10

(21)Application number : 2002-054839

(71)Applicant : EQUOS RESEARCH CO LTD

(22)Date of filing : 28.02.2002

(72)Inventor : HORIGUCHI MUNEHISA  
 KATO HIDEMI  
 UENO MASATAKA

(30)Priority

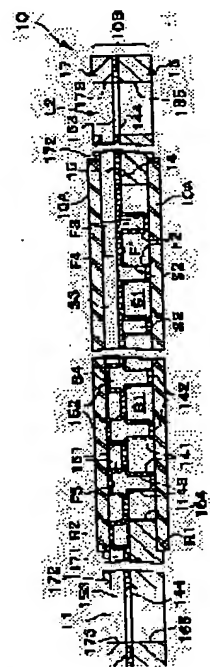
Priority number : 2001250861 Priority date : 21.08.2001 Priority country : JP  
 2001321180 18.10.2001 JP

## (54) FUEL CELL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To carry out efficient cooling without enlarging the cell of a fuel cell while aiming at compatibility of the cooling and the maintenance of membrane wetting by simultaneously supply air and cooling water.

**SOLUTION:** The fuel cell equips with a separator 10B between the unit cells 10A, which adjoin mutually. The separator is equipped with an air flow way S1 in the surface side of the unit cell, which touches an air electrode at least, and a cooling space S2, to which air and water are supplied at the back side, and the unit cells are cooled by the latent heat of the water, which evaporates by the heat of the unit cells, which is conducted across to this cooling space. By this, while cooling the unit cells through separator, the blocking by invasion of the water to the air flow way is prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-197217

(P2003-197217A)

(43) 公開日 平成15年7月11日 (2003.7.11)

(51) Int.Cl.

H 0 1 M 8/02

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02

テマコード(参考)

C 5 H 0 2 6

B

E

R

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-54839(P2002-54839)  
(22) 出願日 平成14年2月28日(2002.2.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-250861(P2001-250861)  
(32) 優先日 平成13年8月21日(2001.8.21)  
(33) 優先権主張国 日本(JP)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-321180(P2001-321180)  
(32) 優先日 平成13年10月18日(2001.10.18)  
(33) 優先権主張国 日本(JP)

(71) 出願人 591261509  
株式会社エクス・リサーチ  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号  
(72) 発明者 堀口 宗久  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株  
式会社エクス・リサーチ内  
(72) 発明者 加藤 英美  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株  
式会社エクス・リサーチ内  
(74) 代理人 100095108  
弁理士 阿部 英幸

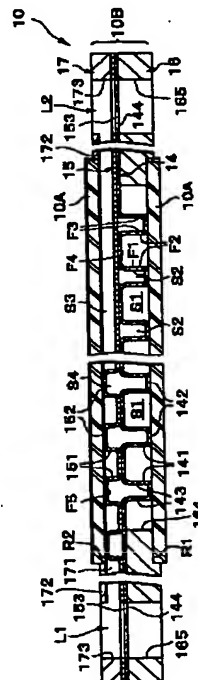
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 空気と冷却水の同時供給により、冷却と膜湿润の維持の両立を図りながら、燃料電池セルの大型化を招くことなく、効率的な冷却を行なう。

【解決手段】 燃料電池は、互いに隣接する単位セル10Aの間にセパレータ10Bを備える。セパレータは、単位セルの少なくとも空気極に接する表面側に空気流路S1を備えるとともに、背面側に空気と水とを供給される冷却空間S2を備え、該冷却空間に伝わる単位セルの熱により蒸発する水の潜熱により単位セルを冷却する。これによりセパレータを介して単位セルを冷却しながら、空気流路への水の侵入による閉塞が防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに隣接する単位セルの間にセパレータが配置される燃料電池において、

前記セパレータは、単位セルの少なくとも空気極に接する表面側に空気流路を備えるとともに、背面側に空気と水とを供給される冷却空間を備え、前記空気流路と冷却空間は、セパレータを貫通する通孔により連通され、前記冷却空間に伝わる単位セルの熱により蒸発する水の潜熱により単位セルを冷却することを特徴とする燃料電池。

【請求項2】 前記冷却空間は、セパレータに内包させて、空気流路に隣接させて配置された、請求項1記載の燃料電池。

【請求項3】 前記セパレータは、板材のプレス加工品からなり、板面から押出し形成された凸部間の空間を空気流路とし、凸部の背後の空間を冷却空間とされた、請求項1又は2記載の燃料電池。

【請求項4】 前記セパレータの冷却空間を囲む壁面は、少なくともその一部に親水性処理を施された、請求項1、2又は3記載の燃料電池。

【請求項5】 前記空気流路は、その一端側が閉鎖された流路とされ、閉鎖端から開放端に至る途中の部分で通孔により冷却空間に連通された、請求項1～4のいずれか1項記載の燃料電池。

【請求項6】 前記セパレータは、その空気流路に冷却空間より少ない量の液体水が供給される構造である、請求項1～4のいずれか1項記載の燃料電池。

【請求項7】 前記冷却空間は、その入口側を空気と水とを供給するマニホールドに接続され、出口側を開放された流路とされた、請求項1～6のいずれか1項記載の燃料電池装置。

【請求項8】 互いに隣接する単位セルの間に金属製セパレータが配置される燃料電池において、

前記金属製セパレータは、単位セルの少なくとも空気極に接する表面側に空気流路を備えるとともに、背面側に冷却空間を備え、前記空気流路と冷却空間に空気と水とを供給して水の潜熱により単位セルを冷却することを特徴とする燃料電池。

【請求項9】 前記金属製セパレータは、複数の板材を少なくとも一部で互いに当接させて構成され、前記冷却空間は、当接部間に生じる間隙により構成される、請求項8記載の燃料電池。

【請求項10】 前記空気流路及び冷却空間は、それらの入口を共通のマニホールドに連通され、該マニホールドから空気と水を供給される、請求項8又は9記載の燃料電池。

【請求項11】 前記金属製セパレータは、ステンレス製である、請求項8、9又は10記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池に関し、特にその単位セル間に介挿されるセパレータを利用した燃料電池の冷却技術に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池の一形式としてのPEM型燃料電池の単位セルは、燃料極（一般に燃料として水素ガスが用いられることから、水素極ともいう）と酸化剤極（同様に酸化剤として酸素を含むガスである空気が用いられることから、以下これを空気極という）との間に高分子固体電解質膜が挟持された構成とされる。燃料極と空気極は、共に触媒物質を含む触媒層と、触媒層を支持するとともに反応ガスを透過される機能を果たし、更に集電体としても機能を有する電極基材からなる。燃料極と空気極の更に外側には、反応ガスとしての水素と空気をセル外部から電極面に均一に供給するとともに、反応ガスの余剰分をセル外部に排出するためのガス流路（一般に電極面側が開いた溝で構成される）を設けたセパレータ（コネクタ板）が積層される。このセパレータは、ガスの透過を防止するとともに、発生した電流を外部へ取り出すための集電を行う。上記のような単位セルとセパレータとで1ユニットの単電池が構成される。

【0003】実際の燃料電池では、かかる単電池の多数個が直列に積層されてスタックが構成される。このような、燃料電池では、十分な発電効率を維持するために、単位セル中の高分子固体電解質膜を十分に湿潤状態に保つ必要があり、一般に、電解反応により生成する水のみでは水分が不足することから、各単位セルに加湿水を供給する手段を必要とする。また、電解反応により発生電力にほぼ相当する熱量の熱が発生するため、燃料電池本体が過度にヒートアップすることを防止する冷却手段が講じられる。

【0004】燃料電池の冷却手段としては、種々のものが提案されており、冷却とともに電解質膜の湿潤を行なうようにしたものがある。例えば、特開平10-247505号公報に記載のものでは、予め水を添加した空気を供給して、冷却ガス流路で水を蒸発させて冷却を行なった後、その蒸発した水分を含んだ空気を空気流路に循環させるようにした構成が採用されている。

【0005】また、セパレータ内にガス流路とは分離した中空部を形成し、中空部に冷却水を流通させるとともに、この冷却水が多孔質の壁面を通して空気流路に水蒸気を供給させるようにしたものも提案されている（特開平6-338338号公報参照）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来技術によれば、冷却と膜の湿潤の維持の両立は困難で、例えば、特開平10-247505号公報のものによると、一旦冷却ガス流路で液体水を蒸発させた水蒸気を含む空気を、再び空気流路に循環させるために、その循環経路において、冷却ガス流路の温度を維持することが難し

く、例えば、循環経路において温度が低下した後、空気流路において温度が上昇した場合、空気流路においては、電解質膜中から水分を奪うことになり、膜湿潤の維持は困難である。

【0007】また、特開平6-338338号公報のものである、多孔質の壁面を通じて水蒸気を供給するものの、多孔質から染み出る水分により十分な水蒸気の供給が可能であるとは必ずしも言い難いし、冷却水路では、顕熱による冷却が行なわれるだけであるので、十分な冷却を行なうためには、冷却水の循環のための機械的設備やエネルギーが膨大になる可能性がある。

【0008】本発明は、上記の事情に鑑みて案出されたものであり、冷却と膜湿潤の維持の両立を図ることを目的とする。また、更に、本発明は、燃料電池セルの大型化を招くことなく、効率的な冷却が可能な燃料電池を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、請求項1に記載のように、互いに隣接する単位セルの間にセバレータが配置される燃料電池において、前記セバレータは、単位セルの少なくとも空気極に接する表面側に空気流路を備えるとともに、背面側に空気と水とを供給される冷却空間を備え、前記空気流路と冷却空間は、セバレータを貫通する通孔により連通され、前記冷却空間に伝わる単位セルの熱により蒸発する水の潜熱により単位セルを冷却することを特徴とする構成により達成される。

【0010】前記の構成において、請求項2に記載のように、前記冷却空間は、セバレータに内包させて、空気流路に隣接させて配置された構成とするのが有効である。

【0011】また、前記の構成において、請求項3に記載のように、前記セバレータは、板材のプレス加工品からなり、板面から押出し形成された凸部間の空間を空気流路とし、凸部の背後の空間を冷却空間とされた構成とすると更に有効である。

【0012】前記の構成において、請求項4に記載のように、前記セバレータの冷却空間を囲む壁面は、少なくともその一部に親水性処理を施された構成を採ると一層有効である。

【0013】前記の構成において、請求項5に記載のように、前記空気流路は、その一端側が閉鎖された流路とされ、閉鎖端から開放端に至る途中の部分で通孔により冷却空間に連通された構成とすることができる。

【0014】前記の構成において、請求項6に記載のように、前記セバレータは、その空気流路に冷却空間より少ない量の液体水が供給される構造とすることもできる。

【0015】前記の構成において、請求項7に記載のように、前記冷却空間は、その入口側を空気と水とを供給するマニホールドに接続され、出口側を開放された流路

とされた構成とすることができる。

【0016】次に、本発明は、請求項8に記載のように、互いに隣接する単位セルの間に金属製セバレータが配置される燃料電池において、前記金属製セバレータは、単位セルの少なくとも空気極に接する表面側に空気流路を備えるとともに、背面側に冷却空間を備え、前記空気流路と冷却空間に空気と水とを供給して水の潜熱により単位セルを冷却することを特徴とする。

【0017】前記の構成において、請求項9に記載のように、前記金属製セバレータは、複数の板材を少なくとも一部で互いに当接させて構成され、前記冷却空間は、当接部間に生じる間隙により構成されるのが有効である。

【0018】前記の構成において、請求項10に記載のように、前記空気流路及び冷却空間は、それらの入口を共通のマニホールドに連通され、該マニホールドから空気と水を供給される構成とするのが有効である。

【0019】前記の構成において、請求項11に記載のように、前記金属製セバレータは、ステンレス製であるのが有効である。

【0020】

【作用】前記請求項1記載の構成では、電解反応により発熱する単位セルからセバレータに伝わる熱が、冷却空間内の水を蒸発させ、その潜熱によりセバレータの冷却でセバレータを介して単位セルを冷却する。この作用により、空気流路に水を水滴状態で供給することなく単位セルを冷却することができる。また、冷却空間内で蒸発により生じた蒸気が通孔から空気流路に噴出し、空気流路に接する単位セルに供給されて吸収され、単位セルを加水する。

【0021】次に、請求項2に記載の構成では、冷却空間内で蒸発する水の気化潜熱で、冷却空間に隣接する空気流路も冷却されるため、空気流路を流れる流体が冷却され、この冷却作用が間接的に単位セルを冷却する作用となっており、単位セルが冷却空間に接する部分のみならず、空気流路に接する部分についても冷却効果が発揮され、単位セルが均等に冷却される。

【0022】次に、請求項3に記載の構成では、冷却空間を囲む壁と、空気流路と冷却空間を隔てる壁が共に薄肉化され、セバレータの壁を介する単位セルの冷却によっても、冷却空間内での水の蒸発による潜熱冷却が単位セルの冷却に有効に作用する。

【0023】更に、請求項4に記載の構成とすると、冷却空間を囲むセバレータの壁への水滴の付着が促進されるため、壁から水滴への直接の熱伝達が広い面でなされるようになり、冷却空間内の水の蒸発が一層生じやすくなる。

【0024】また、請求項5に記載の構成とすると、空気流路に水が水滴状態で侵入することがなく、空気流路へは蒸気状態で水が供給されるのみとなる。したがっ

て、空気流路への空気の供給も、水滴に邪魔されることなく円滑に行なわれる。

【0025】また、請求項6に記載の構成とすると、空気流路に入る液体水の量が少ないことで、水が水滴状態で侵入する可能性が低くなる。したがって、空気流路への空気の供給が、水滴に邪魔されることなく円滑に行なわれる。

【0026】そして、請求項7に記載の構成とすると、冷却空間に連続して空気と水を供給し、加熱された空気と水を連続的に排出することができるため、冷却空間による冷却効果が一層向上する。

【0027】次に、請求項8に記載の構成とすると、電解反応により発熱する単位セルから金属製セパレータに伝わる熱が、冷却空間内の水を蒸発させ、その潜熱によるセパレータの冷却で、金属製セパレータを介して単位セルを冷却する。この作用により、単位セルを冷却することができる。

【0028】また、請求項9に記載の構成とすると、金属製板材の間に、それらが相互に当接する部分をぬう形で、無効なスペースを生じることなく冷却空間が構成される。

【0029】また、請求項10に記載の構成とすると、共通のマニホールドから空気流路と冷却空間に必要な空気と水が供給される。

【0030】また、請求項11に記載の構成とすると、薄肉で耐食性の高いセパレータが構成される。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。先ず、図1～図6は本発明の第1実施形態を示す。図1に燃料電池のスタックを構成するユニットとしての単電池10の構成を横断面図（以下、単電池の配置姿勢に即して縦横の関係を説明する）で示すように、この単電池は、互いに隣接する単位セル10Aの間に、集電部材14、15と枠体16、17からなるセパレータ10Bが配置された構成とされている。

【0032】図2に拡大して断面構造を示すように、単位セル10Aは、固体高分子電解質膜11を挟んで、その一側に酸化剤極である空気極12が重ねられ、他側に燃料極13が重ねられた構成とされている。これらのうち、空気極12と燃料極13は、図1に示すセパレータ10Bに形成された収納部R1、R2に合致する大きさとされ、固体高分子電解質膜11は、収納部R1、R2より一回り大きな大きさとされている。なお、単位セル10Aの特に固体高分子電解質膜11の厚さは、セパレータ10Bを構成する集電部材14、15や枠体16、17の厚さに比べて極めて薄いので、図2を除く他の図では、空気極12と燃料極13の大きさを単位セル10Aの外形を表し、単位セル10Aを一体の部材として表示している。

【0033】図3に分解して示すように、セパレータ1

0Bは、単位セル10Aの空気極12と燃料極13に接触して電流を外部に取り出すための対を成す集電部材14、15と、それらに重ね合わされて単位セル10Aを支持する枠体16、17とを備えている。集電部材14、15は、この形態では、薄板金属板、例えば板厚が0.1mm程度のもので構成されている。この構成金属は、導電性と耐食性を備えた金属で、例えば、ステンレス、ニッケル合金、チタン合金等に耐蝕導電処理を施したものが挙げられる。

【0034】一方の集電部材14は、横長の矩形の板材からなり、プレス加工によって、複数の凸部141が押し出し形成されている。これら凸部141は、連続する直線状で、板材の縦辺（図示の形態における短辺）に平行に等間隔で、板面を完全に縦断する配置とされている。これら凸部141の断面形状は、図1では、便宜上大まかに矩形波状断面で示されているが、プレス加工の型抜き関係から、根元側が若干裾広がりの形状とするのがより实际的である。これら凸部141の間に画定され、単位セル10Aの空気極12（図2参照）に面する側が開いた溝状の空間S1は、後に詳記するように、空気極12側に空気を流通させる空気流路として使用される。各凸部141の頂部142の平面は、空気極12が接触する当接部となっている。また、凸部141の裏側に画定される溝状の空間S2は、同じく後に詳記する冷却空間（本形態では流路）として使用される。そして、これら空気流路S1と冷却空間S2を部分的に連通させるべく、集電部材14を貫通する多数の通孔143が形成されている。これら通孔143の開設位置は任意であるが、凸部141の両側面が常識的である。更に、集電部材14の横辺（図示の形態における長辺）方向の両端部近傍には、縦方向に長い長円孔144が形成されている。この長円孔144は、集電部材14を集電部材15と枠体16、17とに重ねてセパレータ10Bを積層した場合に、これら各部材を整合して貫通する水素流路L1、L2を構成する。

【0035】他方の集電部材15は、集電部材14と合致する矩形の板材からなり、プレス加工によって、複数の凸部151が押し出し形成されている。凸部151は、頂部152が平坦で、断面形状も、先の凸部141の場合と同様に実質上矩形波状とされているが、この形態の場合の凸部151は、縦方向に間欠的に設けられている。すなわち、凸部151は、横方向（長辺方向）の配設ピッチを集電部材14の凸部141の配設ピッチに合わせ、縦方向（短辺方向）の配設ピッチを適宜の間隔とした円形又は矩形の突起とされている。図1における左半分の断面は、これら凸部151の配列部分での截断面を表し、右半分の断面は、配列部分間での截断面を表す。これら凸部151の間に形成される縦横の空間S3は、単位セル10の燃料極13（図2参照）に面する側が開いた面状の空間を構成し、燃料である水素が流通す

る水素流路とされる。これら凸部151の頂部152の平面は、燃料極13が接触する当接部となっている。また、凸部151の裏側は、集電部材14に面する側が開いた短筒状の空間S4となっていて、集電部材14の空間S2に合わさっており、結果的に冷却空間S2を介して、両端が板材の長辺部に開口する開口部を備える構成となる。この集電部材15にも、集電部材14と同様に長辺方向の両端部近傍に、短辺方向に長い長円孔153が形成され、集電部材14、15と枠体16、17とを重ねてセパレータ10Bを積層した場合に、これら各部材を整合して貫通する水素流路L1、L2を構成する。この形態において、凸部151を燃料極13に対して小面積で間欠的に当接する柱状としているのは、これにより柱状の凸部151の間をぬう水素流路S3が縦横に形成され、水素ガスの流れの滞留やよどみを抑制できることを狙ったものである。また、こうすることで、燃料極13に対する水素ガスの接触面積が大きくなるので、発電効率の向上も期待できる。

【0036】上記の構成からなる集電部材14、15は、各凸部141、151が共に外側となるように重ね合わされて固定される。このとき、凸部141、151を形成していない板面部分、すなわち水素流路S3の裏側面と空気流路S1の裏側面が当接した状態となり、相互に通電可能な状態となる。また、集電部材14、15を重ね合わせることによって、それらの間に、空間S2と空間S4が合わさった冷却空間が形成される。また、単位セル10Aが集電部材14に合わさることで、空間S1の開放面側が閉鎖され、管状の空気流路が構成されることになる。そしてこの空気流路S1から、単位セル10Aの空気極12に空気と水が供給される。同様に、単位セル10Aが集電部材15に合わさることで、空間S3の開放面側が閉鎖され、面状の燃料流路が構成される。この流路を囲む壁の一部が燃料極13で構成されることになる。そしてこの燃料流路S3から、単位セル10Aの燃料極13に水素が供給される。

【0037】前記の構成からなる集電部材14、15には、枠体16、17がそれぞれ重ねられる。図1及び図3に示すように、集電部材14に重ねられる枠体16は、集電部材14より縦方向が若干大きな形状とされ、両側の縦枠部161を上下の横枠部162、163で連結した構造とされ、これらの枠で囲まれる中央には、集電部材14の凸部141を収納する窓164が画定されている。また、この枠体16にも、その両端部近傍に、集電部材14の長円孔144に合致する位置及び形状の長円孔165が形成されている。枠体16の横枠部162、163と、これらが連結される部分の縦枠部161は、縦枠部161全体の厚さより薄肉とされ、これらの肉厚の関係から、集電部材14が重ねられる側の面の横枠部162、163は、集電部材14の凸部形成範囲に

対応する位置で、短辺方向全体に渡って集電部材14との当接面より後退した面を形成している。したがって、枠体16が集電部材14に重ねられた状態では、集電部材14の凸部141は、窓164内では単位セル10Aの空気極12に接触し、横枠部162、163に対峙する部分では、それらに当接する関係となる。かくして、集電部材14と枠体16との間には、上部で集電部材14の凸部141と横枠部162の内側面、窓164部で集電部材14の凸部141と単位セル10Aの空気極12面、下部で集電部材14の凸部141と横枠部163の内側面で囲われた多数の管状空間として、縦方向に全通する空気流路が画定される。

【0038】集電部材15に重ねられる枠体17も、枠体16と同じ大きさに構成され、この場合、本体部分170には、窓171より横方向に大きな開口が形成されている。この開口の高さは、窓171の高さを画定するが、開口の幅は、集電部材15の両端の長円孔153の外端間の幅に合致する幅とされている。そして、この開口の幅方向両端の近傍に、一対の縦枠部172が設けられている。この両縦枠部172に挟まれる幅が窓171の横幅を画定し、両縦枠部172と本体部分170の開口の幅とで画定される幅が、集電部材15の両端の長円孔153の横幅に合致する寸法とされ、実質的に長円孔153の位置と形状に合致する長孔173が構成されている。縦枠部172は、本体部分170より薄肉とされ、これらの肉厚の関係から、集電部材15が重ねられる側の面の縦枠部172が設けられた位置で、集電部材15の凸部151の高さに相当する分だけ、当接面より後退した面を形成している。したがって、枠体17が集電部材15に重ねられた状態では、集電部材15の凸部151は、縦枠部172に面する部分のものは縦枠部172に当接し、窓171内では単位セル10Aの燃料極13に接触する当接関係となる。このようにして長孔173に挟まれる部分には、凸部151をぬうように一様に形成された面状の水素流路S3が構成される。

【0039】また、空気流路S1及び冷却空間S2の内壁面には、親水性処理が施されている。具体的には、内壁表面と水の接触角が $40^{\circ}$ 以下、好ましくは $30^{\circ}$ 以下となるように表面処理が施されているとよい。処理方法としては、親水処理剤を、表面に塗布する方法が採られる。塗布される処理剤としては、ポリアクリルアミド、ポリウレタン系樹脂、酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )等が挙げられる。その他の親水性処理としては、金属表面の粗さを粗化する処理が挙げられる。例えば、プラズマ処理などがその例である。親水性処理は、最も温度が高くなる部位に施すことが好ましく、例えば、単位セル10Aに接触している凸部141の頂部142の裏側の冷却空間内壁表面F1、凸部141表側の空気流路側壁表面F2と裏側の冷却空間側壁表面F3、空気流路底面F4の順で、優先的に処理されていることが望ましい。さら



に、冷却空間S2の一部を構成する凸部151の内壁表面F5にも親水性処理を施してもよい。親水性処理を施すことにより、内壁面の濡れが促進され、水の潜熱冷却による効果が向上する。また、水が詰まらなくなるので、空気の供給を阻害しない。

【0040】以上のように構成された枠体16、17によって集電部材14、15を保持してセパレータ10Bが構成され、セパレータ10Bと単位セル10Aを交互に積層して、燃料電池スタック1が構成される。こうして積層された燃料電池スタック1の上面には、図4に示すように、多数の空気流路S1の開口と、冷却空間S2の開口が交互に隣接して横方向に並び、枠体17と枠体16の横枠部162の厚さを合わせた分の間隔を置いて、同配列の開口が積層方向に並んだ空気と水の取入れ部が構成される。また、燃料電池スタック1の下面にも、同様の配列の空気と水の排出部が構成される。

【0041】こうした構成からなる燃料電池スタックは、その各単電池に空気と水及び水素を供給することで、図5に模式化して示すように作動する。この形態の場合、空気と水は、スタックの上面から一様に供給されることから、空気流路S1には直接水が入らないように、空気流路S1の開口部は蓋で閉塞されているものとする。なお、空気流路S1と冷却空間S2に分離した供給を行なう形式では、空気流路S1側には空気のみが供給されるようにすれば、必ずしも空気流路S2の閉塞は必要としない。図示のように、冷却空間S2に供給される空気と水は、空気流中に水滴が霧状に混入した状態（以下この状態を混合流という）で冷却空間の上部に入る。燃料電池の定常運転状態では、単位セル10Aが反応により発熱しているため、冷却空間S2内の混合流が加熱される。混合流中の水滴は、親水性処理により冷却空間S2壁面に付着し、加熱により蒸発して壁面から熱を奪う潜熱冷却作用が生じる。こうして蒸気となった水は、図に網掛けの矢印で示すように、通孔143から図に白抜き矢印で流れを示す空気と共に空気流路S1に入り、単位セル10Aの空気極12側に付着し、空気極12を湿潤させる。そして、空気流路S1に入った余剰の空気と蒸気は、セルスタックの下方の空気流路開口から排出される。また、空気流路S1に入らなかった空気と水はセルスタックの下方の冷却空間S2開口から排出される。

【0042】一方、燃料流路S3への水素の供給は、各単電池10の両側をそれらの積層方向に貫く水素流路L1、L2（図1参照）の一方から、縦枠部172と凸部151の間の空間を通して、それにつながる燃料流路S3から行なわれる。これにより単位セル10Aの燃料極13への水素の供給が行なわれる。この燃料極13側では、燃料流路S3に入った余剰の水素は、反対側の水素流路に排出され、この水素流路につながる図示しない配管により排出又は回収される。

【0043】前記のような作用から、この形態の場合、空気流路S1には、霧状の水滴がそのまま空気流に乗って入り込むことがないので、プレス加工により形成されるような極細い空気流路S1によっても、水滴により空気流の流れが閉塞される恐れがなくなる利点が得られる。

【0044】また、空気流路S1と冷却空間S2は、電極面に沿って交互に平行に配置され、相互に凸部141の側壁を挟んで隣接した構成となっており、空気と水は、側壁に沿って流れるため、側壁は、冷却フィンとしての作用も発揮する。このように空気流路S1と冷却空間S2が交互に、かつ平行に配置されることで、燃料電池の冷却効率が向上し、均一な冷却が可能となる。

【0045】ところで、セパレータ10Bを薄く構成し、凸部141の内側に空間を設けると、発熱している単位セル10Aに接触している部分と、単位セル10Aから離れた部分との間の温度差が大きくなる。このため、空気流路S1内においても、飽和状態となるために必要な水蒸気量について、部分的に差が生じる。例えば、温度の高い電極側の部分が、電極から離れた部分よりも、飽和状態となるための水蒸気量を、より多く必要とする。このような温度差は、空気極12の乾燥を招く恐れがある。これに対して、本形態によると、前記空間を冷却空間S2とすることによって、セパレータ10B全体を均一に冷却することにより、部分的な温度差の発生を抑制し、空気流路S1内を均一に飽和状態に保つことができ、結果として、空気極12を湿潤状態に維持することができる。

【0046】また、この形態では、セパレータ10Bの上部開口から流入した空気と水は、冷却空間S2側で主として潜熱冷却により集電部材14、15を冷却するが、この潜熱冷却が生じる部分は、空気流路S1により隔てられるものではなく、集電部材14、15が直接電極に接する部分の裏側となる。したがって、冷却空間S2では、両凸部141、151の頂部142、152が電極に最も近く、熱を受けるところであるのに対して、その部分が直接冷却されるため、この部分を効率よく冷却することができる。また、凸部151は冷却空間S2の一部を構成しているので、燃料極13に接触している当接面についても、同じ冷却空間である凸部151の裏側から直接冷却することができ、燃料極13を冷却するための格別の流路を別途設ける必要をなくす冷却流路の単純化も実現している。

【0047】以上説明した、集電部材14、15の凸部141、151は、いずれかも等間隔に設けられ、したがって、空気流路S1、冷却空間S2や燃料流路S3ともに均一な等間隔配置となっているが、このような構成に限らず、空気や水素の流れる分布等に応じて適宜配置間隔を変更してもよい。また、これら空気流路S1や燃料流路S3の配置方向も、気体の流れる向きに沿って、

放射方向配置するなど、任意の方向に変更してもよい。例えば、噴射ノズルから水を供給する場合には、噴射ノズルの噴出し口を中心として、放射方向に水が噴射されるから、その噴射方向に沿って、ノズルの先端を放射の中心とした場合の放射方向に沿って凸部141を配置してもよい。あるいは、噴射ノズルに近い位置では、凸部141の間隔を狭く（空気流路の幅を狭く）、噴射ノズルから離れた位置の間隔を広く（空気流路の幅を広く）した構成としてもよい。

【0048】次に示す図6は、この発明の適用に係る前記燃料電池スタック1を用いた車両用燃料電池システムの構成例を示す。この燃料電池システムは、燃料電池スタック1、水素供給手段としての水素吸蔵合金21を含む燃料供給系2、空気供給系3、水供給系4及び負荷系5から大略構成される。

【0049】燃料供給系2では、水素供給路20を介して水素吸蔵合金21から放出された水素を燃料電池の燃料電池スタック1の水素通路へ送る。水素供給路20には、水素吸蔵合金21側から燃料電池スタック1側へ向けて、水素一次圧センサ22、水素調圧弁23、水素供給電磁弁24、水素二次圧センサ25が設けられている。水素一次圧センサ22によって水素吸蔵合金21側の水素圧がモニターされている。水素調圧弁23によって、燃料電池スタック1へ供給するために適した圧力に調整される。また水素供給電磁弁24の開閉によって、水素の燃料電池スタック1への供給が電氣的に制御され、水素ガスの供給を行わない場合には、この電磁弁24が閉じられ、水素ガスの供給が止められる。また、水素二次圧センサ25によって、燃料電池スタック1に供給される直前の水素ガス圧がモニターされる。

【0050】燃料電池スタック1内での水素の流れは、先に説明したとおりである。燃料供給系2において、燃料電池スタック1の水素通路から排出される水素ガスは、水素排気路27を介して大気へ放出される。水素排気路27には逆止弁28と電磁弁29が設けられている。逆止弁28は水素排気路27を介して空気が燃料電池スタック1の燃料極に進入することを防止する。電磁弁29は間欠的に駆動されて水素の完全燃焼を図る。

【0051】水供給系4においては、タンク40の水はポンプ41により空気マニホールド34内に配設されたノズル45へ圧送され、ここから空気マニホールド34内で連続的若しくは間欠的に噴出される。この水は、先に説明したように、燃料電池スタック1の上部開口を介して空気流路S1と冷却空間S2に送られる。ここにおいて優先的に水分から潜熱を奪うので、空気極12側の電解質膜11からの水分の蒸発が防止される。したがって、電解質膜11はその空気極12側で乾燥することなく、生成水により常に均一な湿潤状態を維持する。また、空気極12の表面に供給された蒸気は、空気極12自体からも熱を奪いこれを冷却し、更に冷却空間S2に

流入する水も熱を奪う。これにより燃料電池スタック1の温度を制御できる。

【0052】すなわち、燃料電池スタック1へ特に冷却水系を付加しなくても、燃料電池スタック1を十分に冷却することができる。なお、排気温度センサ37で検出された排出空気の温度に対応してポンプ41の出力を制御し、燃料電池スタック1の温度を所望の温度に維持する。ポンプ41の吸込み側にはフィルタ42が設けられ、ノズル45とポンプ41の間には電磁弁43が設けられており、電磁弁43によって、ノズル45からの噴射量が制御される。タンク40の水は、空気マニホールド34内に配設されたノズル45から燃料電池スタック1の表面に供給され、この水は、水凝縮器46で回収され、ポンプ44によりタンク40に戻される。タンク40の水温は、水温センサ47でモニタされ、水位は水位センサ48でモニタされている。

【0053】負荷系5は燃料電池スタック1の出力を、インバータ51を介して外部に取り出し、モータ52等の負荷を駆動させる。この負荷系5にはスイッチのためのリレー53が設けられている。また、負荷系5には、リレー53とインバータ51の間に、バッテリー54が接続されている。このバッテリー54は、モータ52の回生電流を蓄積し、また、燃料電池の出力が不足している場合には、出力を補う。

【0054】このシステムの特徴は、燃料電池スタック1における空気流路S1と冷却流路S2とを一本化した流通経路に配置でき、同時に空気と水を流通させることができるので、冷却のための装置を別に設ける必要がない点にある。

【0055】以上説明した第1実施形態では、燃料極13側の流路を面状とすべく、燃料極13に接続される集電部材15の凸部151を間歇配置の柱状としたが、この流路を、空気流路S1と同様に溝状の流路とする場合、凸部151を連続する突条とすることもできる。次の図7～図12に示す第2実施形態は、こうした構成を採るものである。図7は燃料電池セパレータを燃料極が重ねられる側から見た正面図、図8はこのセパレータを用いた燃料電池スタックの部分横断面図（図1におけるA-A断面図）、図9は同じく燃料電池スタックの部分縦断面図（図1及び図2におけるB-B断面図）、図10は燃料電池スタックの他の部分の部分縦断面図（図1及び図2におけるC-C断面図）、図11は燃料電池用セパレータを空気極が重ねられる側から見た背面図、図12は燃料電池スタックの部分上面図である。

【0056】この形態の場合も、図8に示すように、セパレータ10Bは、単位セル10Aの電極に接触して電流を外部に取り出すための集電部材14、15と、各集電部材14、15の周端部に外装される枠体16、17とを備えている。集電部材14、15は金属板で構成されている。構成金属は、先の第1実施形態と同様であ



る。集電部材15は、単位セル10Aの燃料極に接触し、集電部材14は空気極に接触する。集電部材15は、図7に示すように、矩形の板材からなり、プレス加工によって、複数の凸状部151が構成されている。凸状部151は、板材の短辺に直線状に連続して形成されていて、等間隔で配置されている。凸状部151の間には、溝が形成されて、燃料である水素が流通する水素流路S1が形成されている。この凸状部151の頂点部分の面は、燃料極が接触する当接部152となっている。また、凸状部151の裏側は、溝15aとなっていて、この溝15aの両端は、図9に示されているように、板材の端辺部まで及ばず、閉塞された状態となっている。集電部材15の両端部には、孔153が形成され、セパレータ10Bを積層した場合に、この孔153によって水素供給路が構成される。

【0057】図11に示すように、集電部材14は、矩形の板材からなり、プレス加工によって、複数の凸状部141が形成されている。凸状部141は、板材の短辺に平行に直線状に連続して形成されていて、等間隔で配置されている。凸状部141の間には、溝が形成されて、空気が流通する空気流路S1が形成されている。この凸状部141の頂点部分の面は、空気極が接触する当接部142となっている。また、凸状部141の裏側は溝状の中空部となっていて、この中空部によって冷却流路S2が形成されている。空気流路S1と冷却流路S2は、板材の端部まで達し、両端は、板材の端辺部で開口する開口部を備えている。集電部材14の両端部には、孔144が形成され、セパレータ10Bを積層した場合に、この孔144によって水素供給路が構成される。

【0058】以上のような集電部材14、15は、各凸状部141、151が外側となるように重ね合わされて固定される。このとき、水素流路S3の裏側面15bと空気流路S1の裏側面14aが当接した状態となり、相互に通電可能な状態となる。また、集電部材14、15を重ね合わせることによって、図9に示されているように、冷却流路S2が形成され、溝15aは冷却流路S2の一部を構成する。また、空気流路S1は、図8及び図10に示されているように、単位セル10Aに重ね合わされ、溝の開口部14bを閉鎖することにより、管状の流路が構成され、内壁の一部が空気極で構成される。この空気流路S1から、単位セル10Aの空気極に酸素と水が供給される。

【0059】空気流路S1の一端側開口部は、空気と水が流入する導入口P1となり、他端の開口部は、空気と水が流出する導出口P2となっている。また、冷却流路S2の一端側開口部は、空気と水が流入する流入開放口P3となり、他端の開口部は、空気と水が流出する流出開放口P4となっている。以上のような構成において、空気流路S1と冷却流路S2は、交互に平行に配置され、相互に側壁14cを挟んで隣接した構成となってい

る。このため、導入口P1と流入開放口P3も交互に配置され、導出口P2と流出開放口P4も交互に配置される。また、空気と水は、側壁14cに沿って流れるため、側壁14cは、冷却フィンとしての作用も発揮する。空気流路S1と冷却流路S2が交互に、かつ平行に配置されることで、燃料電池の冷却効率が向上し、均一な冷却が可能となる。

【0060】集電部材14、15には、枠体16、17がそれぞれ重ねられる。図7に示されているように、集電部材15に重ねられる枠体17は、集電部材15と同じ大きさに構成され、中央には、凸状部151を収納する窓171が形成されている。また、両端部近傍には、集電部材15の孔153に合致する位置に孔173が形成されており、この孔173と窓171との間には、集電部材15に接触する側の平面に凹部が形成され、水素流通経路L3が設けられている。また、集電部材15に接触する面に対して、反対側の平面には、輪郭が窓171に沿って形成された凹部が形成され、単位セル10Aが収納される収納部R2が設けられている。

【0061】図7、図9及び図10に示されているように、凸状部151の端部と、枠体17の窓171の端辺内壁との間には隙間があり、この隙間によって、集電部材15の長辺方向に沿った水素流路S3'が構成されている。この水素流路S3'によって、各水素流路S3へ水素が供給される。また、水素流路S3'においても、燃料極へ水素の供給が行われる。

【0062】集電部材14に重ねられる枠体16は、枠体17と同じ大きさに構成され、中央には、凸状部141を収納する窓164が形成されている。また、両端部近傍には、枠体17の孔173に合致する位置に孔165が形成されている。枠体17の集電部材14が重ねられる側の面には、枠体17の対向する一対の長辺に沿って溝が形成され、集電部材14、15に重ねることによって、空気流通路L4、L5が構成される構造となっている。空気流通路L4の一端は、枠体17の長辺側の端面に形成された開口P5に接続され、他端は空気流路S1の導入口P1と冷却流路S2の流入開放口P3とに接続されている。

【0063】上流部の空気流通路L4は、開口P5側から空気流路S1側へ向けて横断面積が漸減するように、端部内壁がテーパ面16aとなっており、先述の空気マニホールド34から噴射される霧状水の取り入れを容易としている。一方、下流側の空気流通路L5の一端は、空気流路S1の導出口P2と冷却流路S2の流入開放口P3とに接続され、他端は、枠体17の長辺側端面に形成された開口P6に接続されている。空気流通路L5は、開口P6側から空気流路S1側へ向けて横断面積が漸減するように、端部内壁がテーパ面16bとなっている。燃料電池スタック1が傾いた際にも、このテーパ面16bによって、水の排出が維持される。また、

枠体16の、集電部材14に接触する面に対して、反対側の平面には、輪郭が窓164に沿って形成された凹部が形成され、単位セル10Aが収納される収納部R1が設けられている。

【0064】この形態の場合の単位セル10Aの構成は、先の第1実施形態において図2を参照して説明した構成と同様である。また、流路の各部に施される親水性処理の手法とその処理部位についても、第1実施形態の場合と同様である。

【0065】以上のように構成された枠体16、17によって集電部材14、15を保持してセバレータ10Bが構成され、セバレータ10Bと単位セル10Aを交互に積層して、燃料電池スタック1が構成される。図12は燃料電池スタック1の部分平面図である。燃料電池スタック1の上面には、多数の導入口P1と流入開放口P3が交互に開口し、この導入口P1と流入開放口P3に、先述のように、空気マニホールド34から空気が流入するとともに、ノズル45から噴射された水が同時に流入する。側壁14cは、空気の流通経路に配置され冷却フィンとしても作用する。

【0066】セバレータを薄く構成し凸状部141の内側に空間(S2)を設けると、発熱している単位セル10Aに接触している部分と、単位セル10Aから離れた部分との間に温度差が大きくなる。このため、空気流路内においても、飽和状態となるために必要な水蒸気量について、部分的に差が生じる。例えば、温度の高い電極側の部分が、電極から離れた部分よりも、飽和状態となるための水蒸気量を、より多く必要とする。このような温度差は、空気極の乾燥を招く恐れがあるが、冷却流路S2によって、セバレータ全体を均一に冷却することにより、部分的な温度差の発生を抑制し、空気流路S1内を均一に飽和状態に保つことができ、結果として、空気極を湿潤状態に維持することができる。

【0067】導入口P1と流入開放口P3から流入した空気と水は、空気流路S1内で空気極に酸素を提供するとともに、潜熱冷却により集電部材14、15を冷却する。また、流入開放口P3から流入した空気と水は、同様に潜熱冷却により集電部材14、15を冷却する。ここで、冷却流路S2では、内壁14dが最も電極に近く、熱を発するところであるが、冷却流路S2に空気と水を流すことにより、この部分を効率よく冷却することができる。また、溝15aが冷却流路S2の一部を構成しているため、水素極に接触している当接面152についても、裏側から直接冷却することができ、水素極側からも冷却できるので、一層冷却効率が向上する。

【0068】以上説明した集電部材14、15の凸状部141、151は、いずれかも等間隔に設けられ、したがって、空気流路S1、冷却流路S2や水素流路S3も等間隔に設けられているが、このような構成に限らず、空気の流れる分布等に応じて適宜配置間隔を変更しても

よい。また、これら空気流路S1や水素流路S3の配置方向も、必ずしも平行に設ける必要もなく、気体の流れる向きに沿って、放射方向配置するなど、任意の方向に変更してもよい。例えば、噴射ノズルから水を供給する場合には、噴射ノズルの噴出し口を中心として、放射方向に水が噴射されるから、その噴射方向に沿って、ノズルの先端を放射の中心とした場合の放射方向に沿って凸状部141を配置してもよい。あるいは、噴射ノズルに近い位置では、凸状部141の間隔を狭く(空気流路の幅を狭く)、噴射ノズルから離れた位置の間隔を広く(空気流路の幅を広く)した構成としてもよい。

【0069】以上説明した第2実施形態の場合、空気流路S1と冷却流路S2とを空気の同じ流通経路に配置でき、同時に空気と水を流通させることができるので、冷却のための装置を別に設ける必要がない点が特徴である。

【0070】この第2実施形態の変形例として、燃料極側の流路については、更に他の構成を採ることもできる。図13に示す変形例は、燃料極に接続される集電部材15の凸状部151を、集電部材15の長辺に沿って直線的に形成したものである。こうした構成を採ると、水素流路S3は、水素ガスの流れる方向に沿って配置されており、水素ガスの流れによどみや滞留が少なくなるといった利点を得られる。

【0071】以上の各実施形態は、セバレータをプレス成形品を主体として構成するものであるが、セバレータをカーボンブラック等の削り出し加工品とするような場合についても、本発明は適用可能である。以下に示す第3実施形態は、こうした構成を採るものである。図13に示すように、この第3実施形態の場合、燃料電池の単位ユニットは、固体高分子電解質膜11と、該固体高分子電解質膜11の両側面にそれぞれ重ねられた酸化剤極である空気極12と燃料極13とを備えた単位セルと、単位セルの空気極12に重ねられたセバレータ14Aと、燃料極13に重ねられたセバレータ15Aとを備えている。つまり、固体高分子電解質膜11を空気極12と燃料極15とで挟持して単位セルを構成し、さらにセバレータ14A、15Aでその単体を挟持した構成となっている。

【0072】セバレータ14A、15Aは、導電性を有し、かつ耐蝕性を備えた材料で構成され、例えば、導電性と耐蝕性を備えた金属、グラファイトなどが用いられる。導電性と耐蝕性を備えた金属としては、例えば、ステンレス、ニッケル合金、チタン合金等に耐蝕導電処理を施したもの等が挙げられる。

【0073】セバレータ14Aには、空気極12と接触する側の面(一方の端面)に、略等間隔で複数の酸化剤ガス供給溝が平行に形成され、空気極12に重ねられた状態で空気供給路S1が形成される構成となっている。空気供給路S1は、セバレータ14Aの一方の長辺から

他方の長辺へ向けて形成され、両端は各長辺部で開口している。空気供給路S1の間には凸部141により隔壁が形成され、その上端部142は、空気極12に接触している。

【0074】セパレータ14Aは、空気供給路S1と隔壁141が設けられる板状の本体部140を備え、本体部140内には、酸化剤ガス供給溝である空気供給路S1に沿って形成された冷却流路S2が設けられている。冷却流路S2には、燃料電池を冷却する冷却媒体として水が流通する。冷却流路S2は、セパレータ14Aに形成された複数の空気供給路S1に沿って、それぞれ形成されており、図16に示されているように、冷却流路S2の一端は供給路L6に、他端は排出路L7にそれぞれ接続されている。供給路L6は、燃料電池スタック1の外部に設けられている後記する水供給系4の供給ライン40aに接続され、排出路L7は、変換ライン40bに接続され、空気供給路S1に供給されなかった水は、水タンク40へ返還され、燃料電池スタック1と水タンク40の間で冷却水が循環する構成となっている。このようにして、冷却水は、セパレータ14Aの側縁部の一端から他端へ流通する。

【0075】空気供給路S1と冷却流路S2との間には、水を空気供給路S1へ供給する供給手段である通路として貫通孔143が連通している。貫通孔143は、等間隔で複数設けられ、冷却流路S2内を流れる冷却水が、貫通孔143を介して空気供給路S1内へ流入する。貫通孔143から空気供給路S1へ供給された水は、蒸発する際の潜熱による冷却効果を発揮するとともに、空気極13の乾燥を防止し、常に湿潤状態を維持させることができる。

【0076】ここで、冷却流路S2内を流れる冷却水は、必ずしも冷却流路S2内に隙間なく満たされている必要はなく、冷却流路S2の内壁を伝って流れる程度の流量であってもよい。したがって、例えば、貫通孔143が形成されている側面14eを伝って流れる場合には、貫通孔143から水が空気供給路S1へ流出するが、違う側面を伝って流れる場合には、水が空気供給路S1へ流出しない場合もある。しかし、水が、冷却流路S2の内壁を伝って流れれば、セパレータ14Aは冷却され、十分な冷却効果を得ることができる。

【0077】燃料極13側のセパレータ15Aには、燃料ガスを流通させるガス供給路S3が形成されている。ガス供給路S3は、単位ユニットを構成した状態で、空気供給路S1に対して直交する方向へ形成されている。セパレータ14Aに設けられている冷却媒体が流通する冷却流路S2と同様の流路は、セパレータ15Aに設けることもできる。

【0078】この実施形態では、燃料電池単位ユニットを使用状態にセットした状態で、空気供給路S1が上下方向に沿って位置するように構成されている。このよう

に構成することで、空気供給路S1に供給された冷却水を下方に滴下させて、空気供給路S1から容易に排出することができる。

【0079】図17に示されているように、以上のように構成された燃料電池単位ユニットを複数積層して、即ち直列に接続して、燃料電池スタック1を構成する。なお、上記セパレータ14Aの構成において、空気供給路S1における空気の流通方向と逆方向に冷却水が流れる構成としてもよい。

10 【0080】以上説明した燃料電池セパレータ14Aの構成としては、以下に例示するような他の構成とすることもできる。第1の変形形態としては、排出路L7を設けず、冷却流路S2に供給された冷却水は、貫通孔143を介して全て空気供給路S1へ流出させる構成としてもよい。この場合には、例えば、図19に示されているように、セパレータ14Aの平行な対向する端辺(上辺側と下辺側)に沿って、それぞれ供給路L6a、L6bを設け、各供給路L6a、L6bから一つおきに交互に冷却流路S2a、S2bを接続した構成とすることができる。この構成では、冷却流路S2a内では、上方から下方へ向けて冷却水が流れ、冷却流路S2b内では、下方から上方へ向けて冷却水が流れる。つまり、それぞれ逆方向に冷却水が流通する。冷却水は、熱交換をしながら流路内を流れるので、下流側へ向けて冷却水の温度が上昇し冷却効果が低下する。しかし、この実施形態のように、冷却水の流通方向を交互に逆向きとすることによって、セパレータ14Aをより均一に冷却することができる。

30 【0081】あるいは、第2の変形形態として、排出路L7を設けず、冷却流路S2の下端は全てセパレータ14Aの下端辺から外部に冷却水を排出させる構成としてもよい。この場合には、燃料電池スタック1の下側に設けられている集水トレーに排水は回収され、後述するタンク40へ返還される構成とすることができる。

【0082】第3の変形形態としては、図20に示されているように、冷却流路S2cを、空気供給路S1に対して交差する方向に形成してもよい。

40 【0083】第4の変形形態としては、図21に示されているように、隔壁141内に冷却流路S2を形成することもできる。隔壁141は、空気極12に接触するので、隔壁141内に冷却流路S2を形成すると、冷媒の位置が空気極12に接近し、冷却効果が向上する。また、この場合は、空気供給路S1と連通する貫通孔143は、空気供給路S1の側壁面14cに形成されることとなる。側壁面14cに貫通孔143を設けることによって、空気供給路S1に供給された冷却水が空気極12に接触し易くなり、極を湿潤状態に維持する効果を確実に発揮させることができる。

【0084】第5の変形形態としては、図22に示されているように、隔壁141内に冷却流路S2を形成し、

隔壁141の空気極12との上端部(接触面)142に貫通孔143を構成してもよい。この構成では、直接空気極12に貫通孔143から冷却水を供給し、空気極12の乾燥が防止できる。

【0085】第6の変形形態としては、図23に示されているように、セパレータ14Aを、平断面が波形となるように形成された空気供給路構成部材14Aaと、その背面側に重ねられた平板状の背面部材14Abとを備えた構成とすることもできる。背面部材14Abと空気供給路構成部材14Aaとの間の隙間には、平面状の冷却流路S2が構成され、隔壁141内には溝状の流路S2'が形成される。このような構成とすることで、冷却水が充填される範囲が増大し、冷却効果が向上する。また、貫通孔143は、空気供給路S1内の底面14fと、空気供給路S1の側壁面14cのいずれにも形成することができる。

【0086】次に、以上のように構成された燃料電池スタック1を用いた燃料電池システムの構成について説明する。図24に示されているように、この燃料電池システムは燃料電池スタック1、水素吸蔵合金21を含む燃料供給系2、空気供給系3、水供給系4及び負荷系5から大略構成される。

【0087】燃料供給系2では、水素供給路20を介して水素吸蔵合金21から放出された水素を燃料電池スタック1の各単位ユニットの水素ガス流路S3へ送る。水素供給路20には、水素調圧弁23が配設され、水素吸蔵合金21から放出された水素ガスを調圧している。符号24は水素供給電磁弁であって、水素供給路20の開閉を制御している。燃料電池スタック1へ供給される直前の水素ガス圧は水素圧センサ25でモニタされている。

【0088】燃料供給系2において、燃料電池スタック1から排出される水素ガスは、水素排出路27を介して大気へ放出される。水素排出路27には逆止弁28と電磁弁29が設けられている。逆止弁28は水素排気路27を介して空気が燃料電池スタック1の燃料極に進入することを防止できる。電磁弁29は間欠的に駆動されて水素の完全燃焼を図る。

【0089】空気供給系3は大気から空気を燃料電池スタック1の空気流路S1に供給し、燃料電池スタック1から排出された空気を水凝縮器46を通過させて排気する。空気供給路30にはファン31が備えられ、大気から空気を空気マニホールド34へ送る。空気はマニホールド34から燃料電池スタック1の空気供給路S1へ流入して空気極12へ酸素を供給する。燃料電池スタック1から排出された空気は水凝縮器46で水分が凝縮・回収されて大気へ放出される。燃料電池スタック1から排出される温度は排気温度センサ37によりモニタされている。

【0090】冷却水の冷却流路S2から空気供給路S1

へ送られた冷却水の大部分は液体の状態を維持したまま水凝縮器46に到達し、そのままタンク40へ送られて回収される。供給された水の一部は蒸発し、水凝縮器46において凝縮されて回収される。なお、排気空気に含まれる水蒸気には燃料電池スタック1の発電反応に伴う反応水に起因するものもあると考えられる。

【0091】水供給系4はタンク40の水を、ポンプ41により、各燃料電池単位ユニットの冷却水供給路L6へ配管40aを介して圧送し、供給された冷却水の一部を、各燃料電池単位ユニットの排出路L7から配管40bを介してタンク40に回収する。各燃料電池単位ユニット内で、貫通孔143から空気供給路S1へ供給された水は、水凝縮器46で回収され、タンク40に戻される。勿論、水供給系4を完全に閉じることは不可能であるので、タンク40の水位を水位センサ48でモニタしてこの水位が所定の閾値を超えたら外部より水を補給する。冬季にタンク40中の水が凍結しないようにタンク40にはヒータ49と凍結防止電磁バルブ40cが取り付けられている。水凝縮器46とタンク40を連結する配管には電磁バルブ40dが取り付けられてタンク40内の水が蒸発するのを防止している。排気温度センサ37で検出された排出空気の温度に対応してポンプ41の出力を制御し、循環する冷却水の量を調整し燃料電池スタック1の温度を所望の温度に維持することができる。

【0092】負荷系5は燃料電池スタック1の出力を外に取り出して、モータ52等の負荷を駆動させる。この負荷系5にはスイッチのためのリレー53と補助出力源となる二次電池54が設けられ、二次電池54とリレー53との間には整流用のダイオード55が介在されている。なお、燃料電池スタック1自体の出力は電圧センサ56で常にモニタされている。このモニタ結果に基づき、図示しない制御回路で水素排気電磁弁29の開閉が制御される。

【0093】

【発明の効果】本発明の請求項1に記載の構成によれば、セパレータの表裏で空気流路と冷却空間が分離されるため、セパレータ内に格別の分離手段や冷却板を設けることによるセパレータの厚肉化が防止される。また、セパレータが冷却空間側で直接潜熱冷却されることによって、冷却板によって冷却する場合より冷却効率がよく、均一に冷却することができる。また、従来、空気と冷却水を同時供給するシステムの場合に、空気極面に冷却水の水滴が付着したり、空気流路に水が詰まることが懸念されることから、空気流路の断面積を広くし、特に空気流路を構成する溝の高さを高くしており、これが燃料電池の小型、軽量化の障害となっていたのに対して、空気流路には、水蒸気状態で水が供給されるようになるため、電極への空気の供給が、小さな断面積の空気流路によっても水滴により阻害されなくなる。したがって、この構成によりセパレータの薄肉化が可能となり、

更には、燃料電池スタックの小型、軽量化が達成される。

【0094】更に、請求項2に記載の発明によれば、空気流路と冷却空間を隣接して配置することによって、冷却効果を均一化することができる。また、セバレータ内で空気流路と冷却空間が積層方向に重なることがないため、セバレータが薄肉化され、単電池を積層した燃料電池スタックの小型、軽量化が達成される。

【0095】また、請求項3に記載の構成によれば、セバレータを金属板のプレス加工品とすることにより、製造が容易となり、また材料コストの低減も図ることができる。セバレータの一層の薄型化を図ることができる。更に、セバレータの薄肉化により熱容量を小さくできるため、潜熱冷却の効果をより直接的に単位セルに伝えて、効率のよい冷却を行なうことができる。しかも、同様の理由から、暖機のための時間短縮や、暖機のためのエネルギーの省力化を図ることもできる。

【0096】次に、請求項4に記載の構成によれば、冷却空間を囲う壁面に親水性処理を施すことにより、冷却空間内の高温部となる壁表面の濡れを促進でき、潜熱冷却による冷却効果を一層高めることができる。また、流路内で水詰りが起こり難くなるので、空気の供給を阻害しない。

【0097】また、請求項5に記載の構成によれば、冷却空間内に供給され、潜熱冷却により水蒸気飽和状態になった空気が、通孔を介して空気流路に供給されるので、空気流路内において、空気極から液体水を持ち去ることを抑制でき、電極の湿潤を十分に保つことができる。

【0098】また、請求項6に記載の構成によれば、冷却空間よりも空気流路に供給される液体水の量が少ないので、冷却のために多量の液体水が燃料電池に供給されても、空気極を液体水が覆い、空気の供給を阻害することがない。

【0099】更に、請求項7に記載の発明によれば、燃料電池に供給する空気に冷却用の水を混入させる方式で冷却システムを単純化することができるため、燃料電池システム全体の小型、軽量化を達成できる。

【0100】また、請求項8に記載の構成によれば、冷却空間と空気流路の両方で潜熱冷却が行なわれるので、単位セルで発生する熱を十分に冷却することができ、更に空気極から液体水を持ち去ることがない。

【0101】また、請求項9に記載の構成によれば、セバレータを金属板のプレス加工品とすることにより、製造が容易となり、また材料コストの低減も図ることができる。セバレータの一層の薄型化を図ることができる。更に、セバレータの薄肉化により熱容量を小さくできるため、潜熱冷却の効果をより直接的に単位セルに伝えて、効率のよい冷却を行なうことができる。

【0102】また、請求項10に記載の構成によれば、

空気流路と冷却空間とに供給する空気と水が同時に供給されることによって、冷却システムを単純化でき、燃料電池システムの小型、軽量化が達成される。

【0103】また、請求項11に記載の構成によれば、熱伝導率が低い金属製セバレータであっても、空気流路と冷却空間の両方に空気と水を供給する構成とすることによって、十分な冷却効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料電池を構成する単電池の部分横断面図である。

【図2】単電池を構成する単位セルの断面図である。

【図3】第1実施形態の単電池を構成するセバレータの分解斜視図である。

【図4】第1実施形態の単電池を積層した燃料電池スタックの部分上面図である。

【図5】第1実施形態のセバレータによる冷却メカニズムを示す模式図である。

【図6】燃料電池システムの構成図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る燃料電池を構成するセバレータの全体正面図である。

【図8】第2実施形態の燃料電池スタックの部分横断面図である。

【図9】図8のB-B縦断面図である。

【図10】図8のC-C縦断面図である。

【図11】第2実施形態のセバレータの全体背面図である。

【図12】第2実施形態の燃料電池スタックの部分上面図である。

【図13】第2実施形態のセバレータの変形形態を示す正面図である。

【図14】本発明の第3実施形態の燃料電池を構成する燃料電池単位ユニットの側面断面図である。

【図15】第3実施形態の燃料電池のセバレータの部分横断面図である。

【図16】第3実施形態の燃料電池のセバレータの全体正面図である。

【図17】第3実施形態の燃料電池のセバレータの部分拡大図である。

【図18】第3実施形態の燃料電池スタックの部分拡大斜視図である。

【図19】第3実施形態における変形形態の燃料電池セバレータの全体正面図である。

【図20】他の変形形態における燃料電池セバレータの部分横断面図である。

【図21】他の変形形態における燃料電池セバレータの部分横断面図である。

【図22】他の変形形態における燃料電池セバレータの部分横断面図である。

【図23】他の変形形態における燃料電池セバレータの部分横断面図である。

【図24】第3実施形態の燃料電池システムの構成図である。

【符号の説明】

10A 単位セル

10B セパレータ

\* 12 空気極

141 凸部

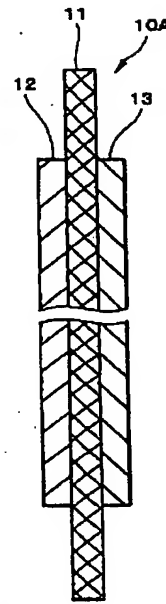
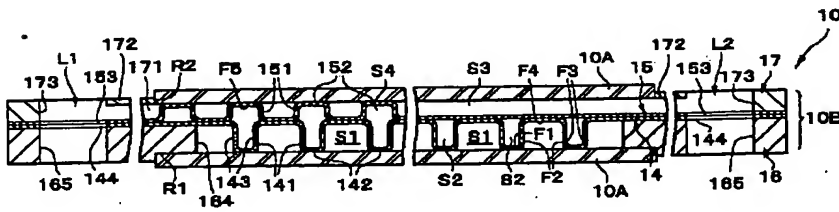
143 通孔

34 マニホールド

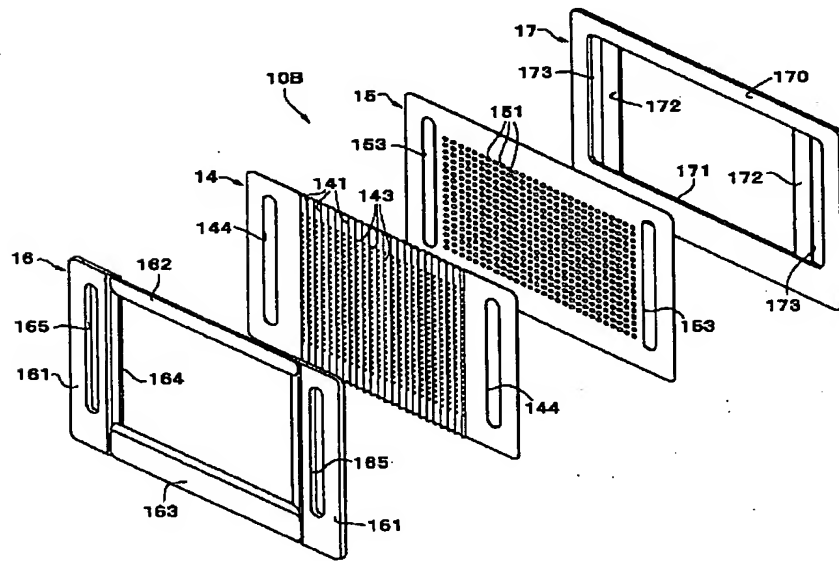
\*

【図1】

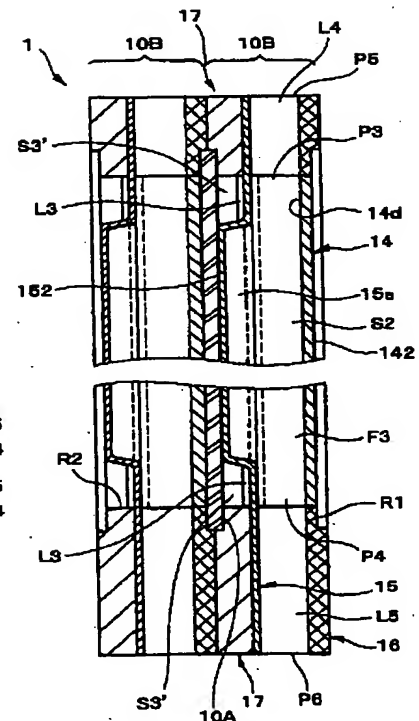
【図2】



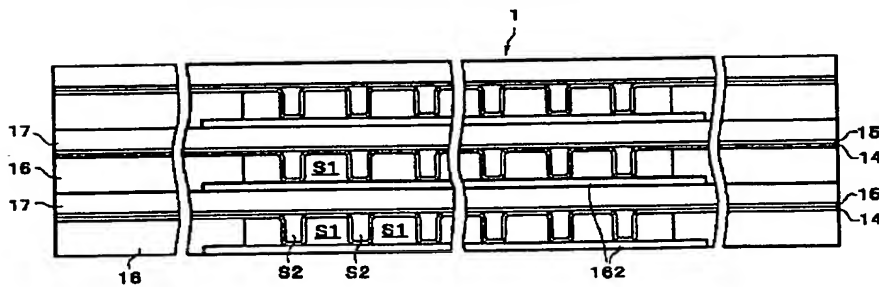
【図3】



【図9】

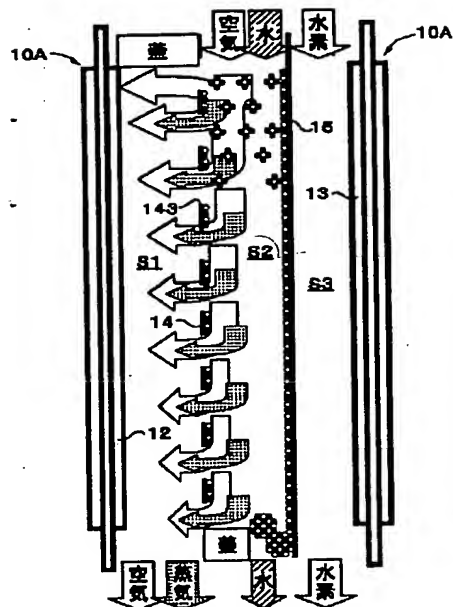


【図4】

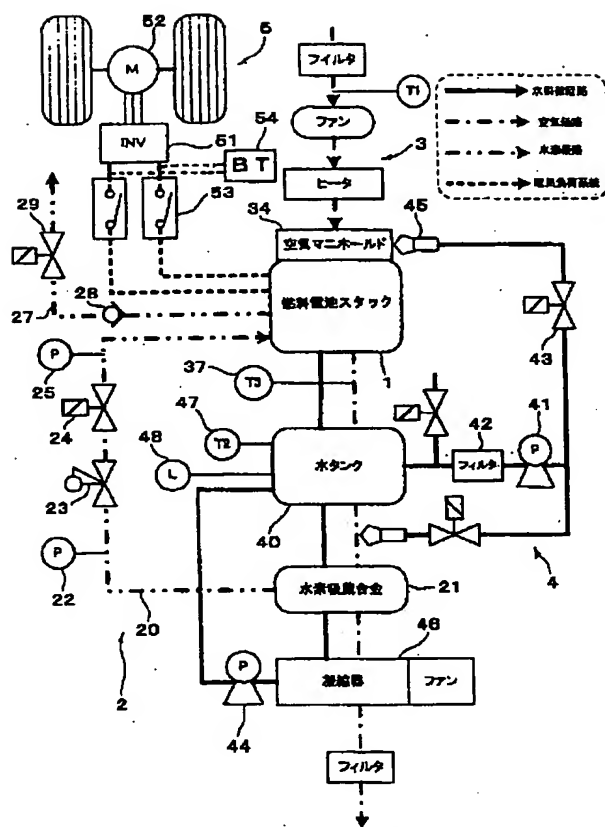




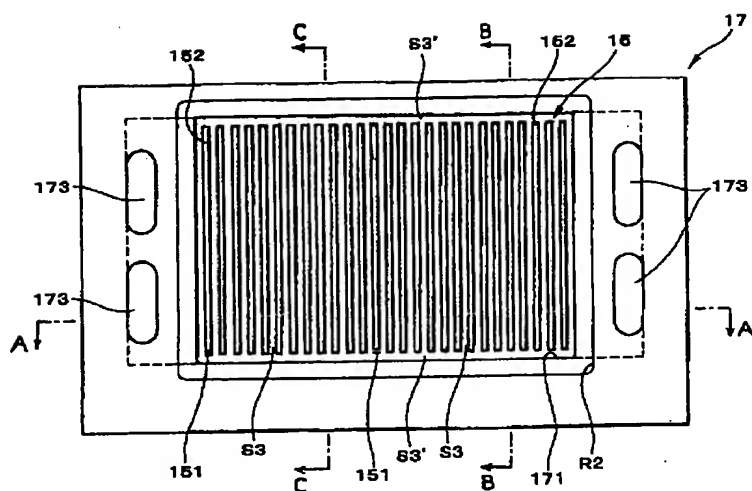
【図5】



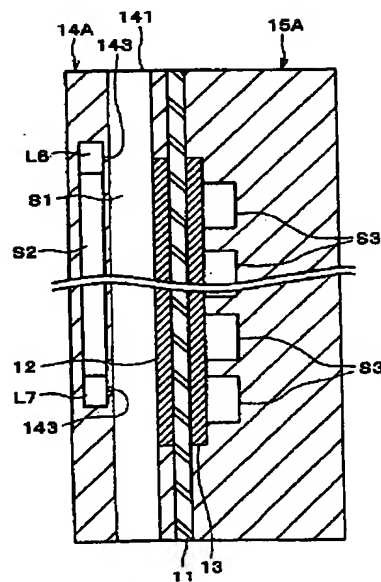
【図6】



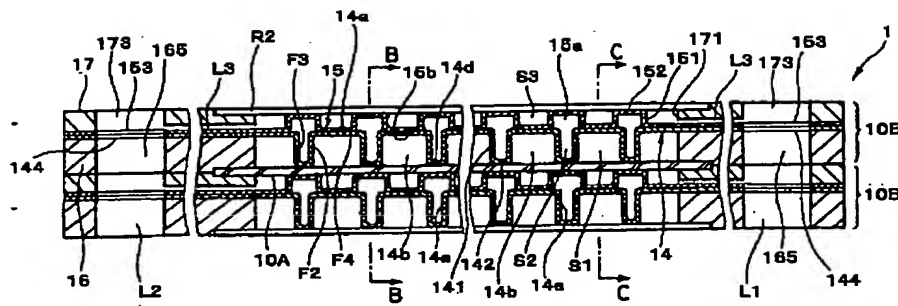
【図7】



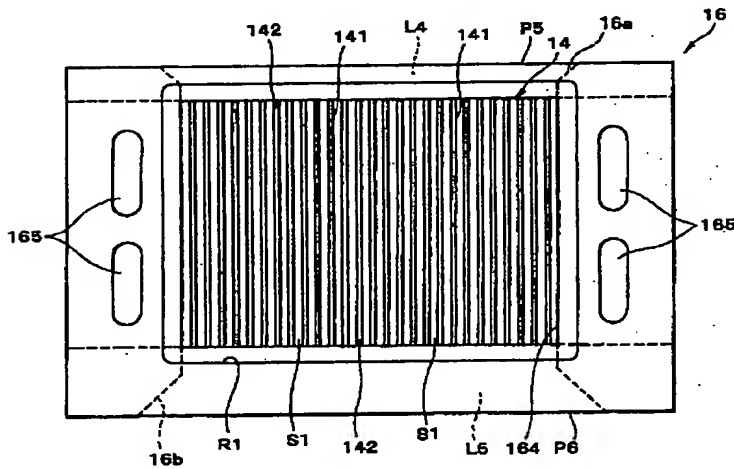
【図14】



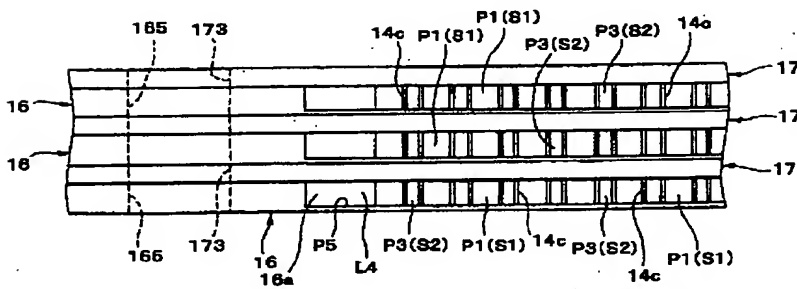
【図8】



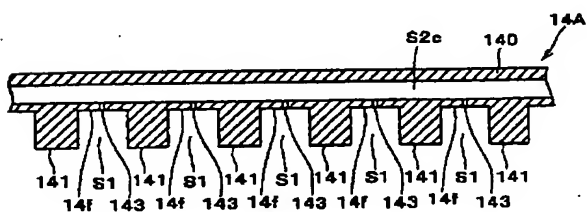
【図11】



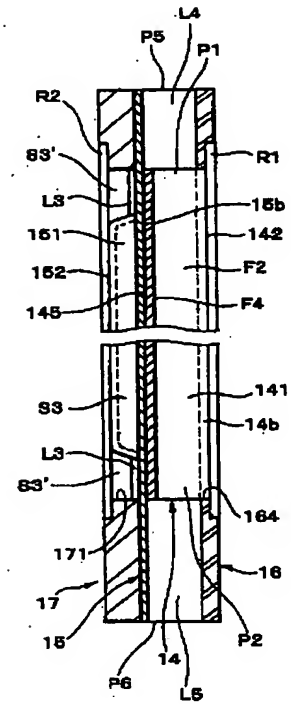
【図12】



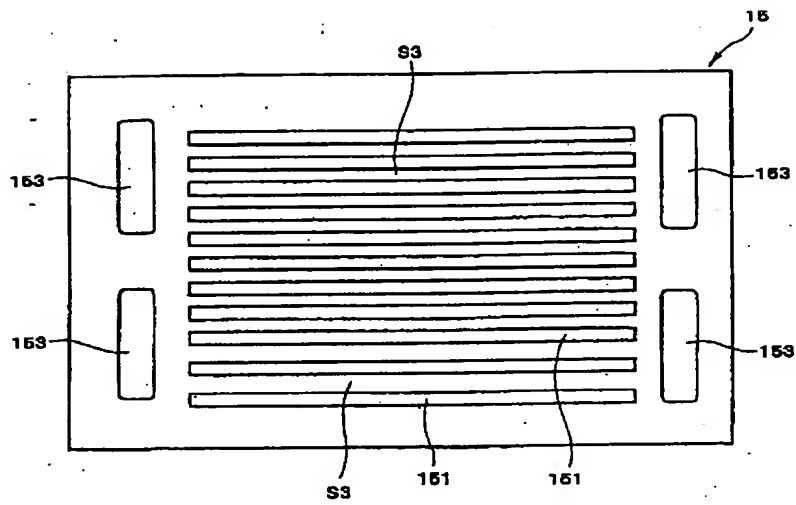
【図20】



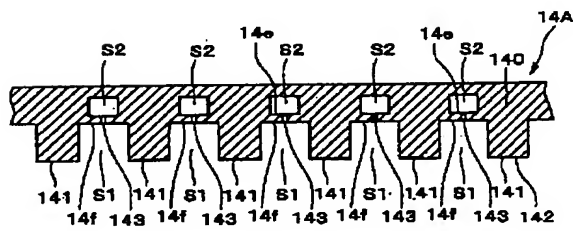
【図10】



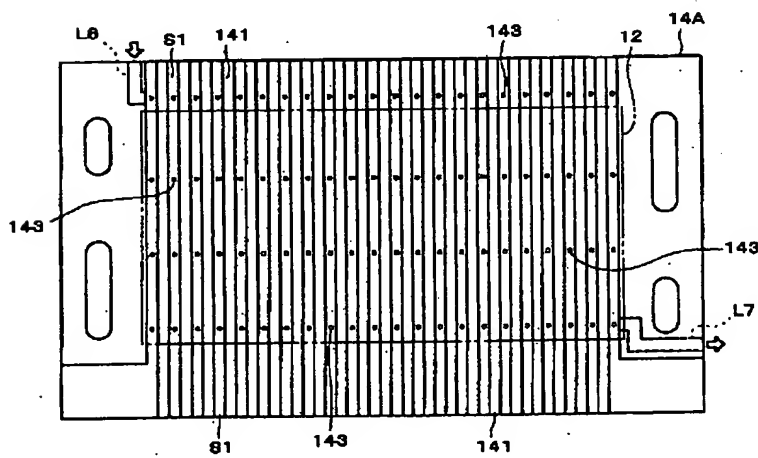
【図13】



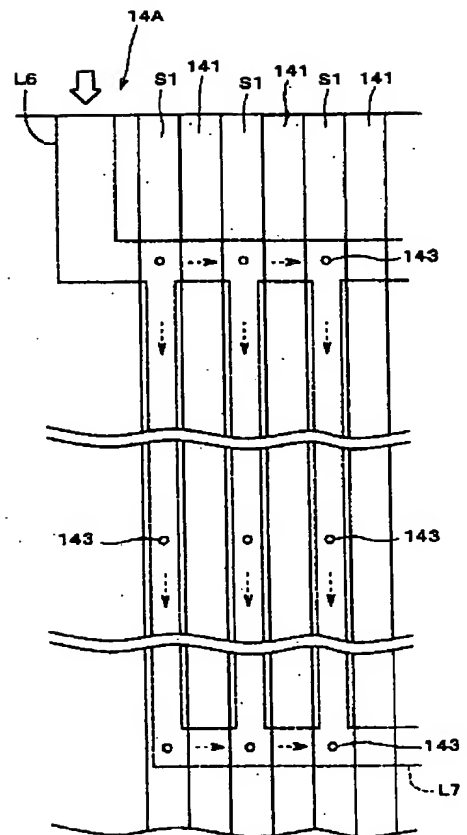
【図15】



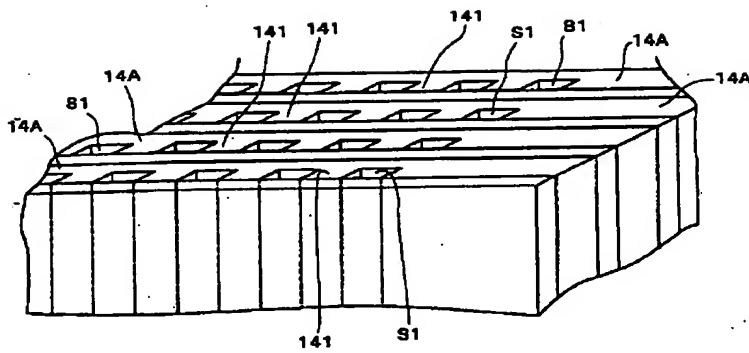
【図16】



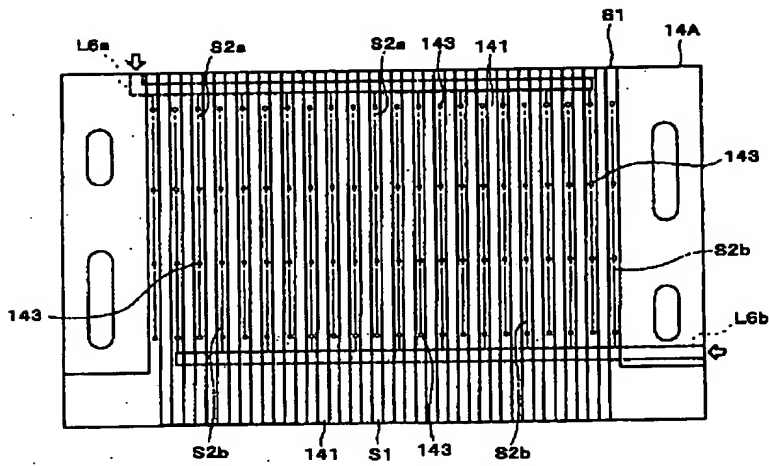
【図17】



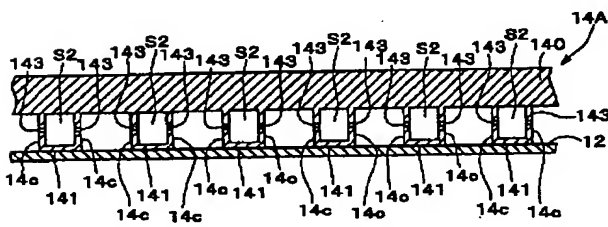
【図18】



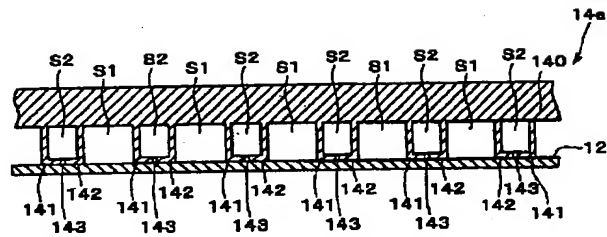
【図19】



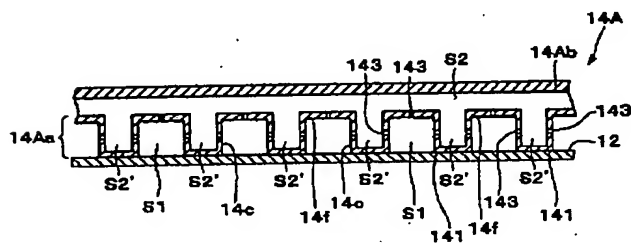
【図21】



【図22】



【図23】



(72)発明者 上野 正隆  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株  
式会社エクス・リサーチ内

F ターム(参考) 5H026 AA06 BB02 CC03 CC05 CC08  
EE02 EE08 HH03